

明 細 書

スペーサ付き基板、パネル、液晶表示パネル、パネルの製造方法および 液晶表示パネルの製造方法

技術分野

- [0001] 本発明は、液晶表示パネルおよびその製造方法に関する。特に、柱状のスペーサを含む液晶表示パネルおよびその製造方法に関する。
- [0002] また、本発明は基板上にスペーサが形成されたスペーサ付き基板に関する。本発明のスペーサ付き基板と対向基板とを貼り合わせることで、両基板の間隙を一定に保持することができる。

背景技術

- [0003] 液晶表示パネルは、液晶を駆動するための駆動素子などが形成された基板と、対向する対向電極などが形成された基板とを互いの主表面が対向するように数 μm の間隔で貼り合せられた構成を備える。液晶は、貼り合せられた2枚の基板の間に封入される。
- [0004] 図11に、従来の技術に基づく液晶表示パネルの概略断面図を示す。図11では、簡略化のために基板の主表面に形成されている駆動素子、対向電極および配向膜などは省略している。基板1aと基板1bとは、互いの主表面が対向するようにシール材2を用いて貼り合せられている。2枚の基板1a, 1bとシール材2とに囲まれる空間の内部には液晶6が封入されている。また、この空間に配置された柱状スペーサ5によって、基板1aと基板1bとの間隔が規定されている。
- [0005] 液晶表示パネルの製造においては、2枚の基板を、主表面が互いに対向するようにシール材で貼り合せて、さらに、2枚の基板およびシール材に囲まれる領域に液晶を封入する必要がある。
- [0006] 従来の技術に基づく液晶の封入方法の1つとして、真空注入法と言われる方法がある。この方法では、まず2枚の基板を、主表面が互いに対向するようにシール材を用いて圧力を加えながら貼り合わせる。シール材を環状に形成して、環状のシール材の一部に開口部を形成しておく。2枚の基板同士の間隔が所定の値になったところ

でシール材を硬化させる。次に、貼り合せられた基板を所定の表示パネルの大きさに切断する。切断した基板を真空容器の内部に配置して、真空容器の内部を真空にすることで基板同士の間隙も真空にする。十分に真空引きを行なった後に、シール材の開口部に液晶を接触させて、真空容器を大気圧に開放する。基板同士の間隙の圧力と大気圧との圧力差および液晶の表面張力によって、基板同士の間隙に液晶が注入される。液晶が所定量まで注入されたのち、シール材の開口部を封止して液晶の封入を行なうことができる。このような真空注入法による液晶の封入方法では、液晶表示パネルが大きくなるに伴って、注入時間がかかるという問題があった。

[0007] このため、近年では、滴下貼り合せ法と呼ばれる液晶の封入方法が行なわれている(たとえば、特開2001-281678号公報参照)。滴下貼り合せ法では、まず、2枚の基板にそれぞれ駆動素子や対向電極などを形成する。さらに、2枚の基板のうち、いずれか一方の基板に基板同士の間隔を固定するためのスペーサを配置する。また、いずれか一方の基板または両方の基板の主表面に、2枚の基板を貼り合わせるためのシール材を環状に配置する。この際、シール材には開口部を形成せずに閉じた環状でシール材を配置する。次に、いずれか一方の基板に所定量の液晶を滴下する。これらの2枚の基板を真空中で位置精度よく貼り合せを行なったのちに大気圧に開放する。この後にシール材の硬化を行なって2枚の基板の間に液晶の封入を行なうものである。

[0008] 滴下貼り合せ法においては、貼り合せを行なうことによって、液晶が封入される2枚の基板とシール材とに囲まれる空間は閉じた空間になる。この貼り合せは真空中で行なわれるので、液晶が封入される空間には、空気が混入せずに液晶のみが配置されることになる。このため、2枚の基板を真空中で貼り合せた後に大気開放することによって、2枚の基板は互いに大気圧によって全体が均一に圧縮される。シール材は、圧縮されて所定の厚さまで潰される。

[0009] 2枚の基板同士の間隔は、スペーサによって決められる。従来の技術においては、スペーサとして、球状のプラスチックビーズなどが用いられてきた。しかし、プラスチックビーズを用いる場合、プラスチックビーズのある箇所では液晶材料がなくなり、配向しなくなってバックライトの光が漏れてしまう、いわゆる光抜けが生じていた。このため

、近年においては、スペーサとして基板上に柱状のスペーサ（本発明においては「柱状スペーサ」と言う。）を形成して、基板同士の間隔を調整するようになってきている（たとえば、特開2003-131238号公報参照）。柱状スペーサは、絵素同士の間の配線が形成されている領域に配置され、光抜けなどを防止できるものである。また、基板の厚み方向につぶれにくく、液晶表示パネルの表示画面を指などで押した際にも、表示にむらなどが生じないという利点を有する。

[0010] 従来の液晶パネルでは、TFT (Thin Film Transistor) 基板とカラーフィルタ基板との間の液晶層の厚さを一定にするために、両基板を貼り合わせる前に、一方の基板にプラスチックビーズ等の球状のスペーサを散布していた。しかしこの方式では、ビーズの散布ムラやビーズの移動などによって、表示ムラが発生するという問題があった。

[0011] この問題を解決するために、柱状構造スペーサを基板上に形成する技術が開発されている。柱状構造スペーサは、基板上に感光性樹脂を塗布し、フォトリソグラフィ法により感光性樹脂をパターンニングして形成される。柱状構造スペーサは、基板面内の所望の位置に形成することができ、基板面内を移動することもないので、表示ムラが生じることがない。しかも製造条件によってその高さを自由に設定することができる。しかし高温状態では液晶材料が熱膨張するので、柱状構造スペーサを用いた場合、セルギャップの面内不均一による表示ムラが生じてしまう。

[0012] 特開2001-147437号公報には、柱状の樹脂スペーサに弾性エネルギーを蓄えさせることにより、温度変化に対しても表示ムラを生じさせないことが開示されている。特開2003-121857号公報および特開2003-131238号公報には、低温環境下で液晶材料が収縮した時や過剰な荷重を受けた時でも表示ムラを発生させないように、高さや断面積の異なる2種類以上のスペーサを用いることが開示されている。特開2002-229040号公報には、柱状スペーサの頂上部分を凹部または平坦に形成することにより、局所的なセル厚ムラによる表示不良を防止することが開示されている。

[0013] しかしながら、上記の特許文献に記載のスペーサはアスペクト比が高いので、配向膜にラビング処理を行う工程で、弾性変形しやすいスペーサがダメージを受けて、そ

の機能を果たさなくなる可能性がある。

[0014] 一方、基板面に液晶材料を滴下した後に貼り合わせる方式(以下、液晶滴下貼り合わせ方式とも呼ぶ)では、液晶材料の滴下量によって液晶層の厚さ(セルギャップ)が決まる。そのため、樹脂スペーサの高さと液晶滴下量のバランスが崩れると、表示に不具合が発生する。具体的には、液晶滴下量が多ければ液晶がだぶつくことによる表示ムラが発生し、少なければ真空気泡が発生して大きな欠点となってしまう。この真空気泡は、とりわけ基板貼り合わせ時や低温時に発生し易く、課題解決が急がれていた。

[0015] この課題を解決するために、特開2001-281678号公報には、柱状スペーサの支柱高さを測定し、測定値に基づいて液晶滴下量を制御することが開示されている。しかし測定誤差、滴下量制御の精度および温度変化を考慮すると、特開2001-281678号公報に開示された方法は十分ではない。

特許文献1:特開2001-281678号公報

特許文献2:特開2003-131238号公報

特許文献3:特開2001-147437号公報

特許文献4:特開2003-121857号公報

特許文献5:特開2002-229040号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0016] 柱状スペーサは、プラスチックビーズなどと比較して、高さ方向(基板の厚み方向)に潰れにくい。滴下される液晶の量は、制御しやすく厳密な量で滴下することができるが、柱状スペーサの形成においては、高さ方向の長さを精度よく製造することが困難で、柱状スペーサの高さはばらつきが生じる。たとえば、設計値に対して最大 $\pm 0.2 \mu\text{m}$ 程度ばらつく可能性がある。このため、形成された柱状スペーサの高さに合せて、液晶を滴下する量を調整することは困難で、表示品位を低下させるという問題があった。

[0017] 図12Aおよび図12Bに、従来の技術に基づく液晶表示パネルの不具合の説明図を示す。柱状スペーサ5の高さが設計値より低い場合には、図12Aに示すように、柱

状スペーサ5の頂面が基板1bに接触しなくなって、基板同士の間隔を厳密に一定にすることができない。この結果、表示品位が低下するという問題があった。逆に、柱状スペーサの高さが設計値より高い場合には、図12Bに示すように、2枚の基板1a, 1bとシール材2とによって囲まれる空間の内部に、液晶6が完全に充填されず、真空気泡28が発生するために表示品位が低下するという問題があった。仮に、液晶表示パネルの製造時においては真空気泡28が生じなくても、製品化されて使用する際に環境の温度が低温になった場合、液晶が凝縮して真空気泡が生じた結果、同様の不具合が発生するという問題があった。

[0018] 特開2001-281678号公報においては、柱状スペーサの高さを測定して、測定値に基づいて液晶の滴下量を定めることが提案されている。この製造方法においては、柱状スペーサの高さに合せて液晶の滴下量を調整することができるが、柱状スペーサの高さの測定は、1箇所当たり10秒から20秒程度かかるため、全ての柱状スペーサについて測定すると非常に時間がかかってしまう。一方で、基板の主表面内において、柱状スペーサの高さは、 $\pm 0.1 \mu\text{m}$ 程度は少なくともばらついているため、できるだけ多くの箇所を測定することが求められる。このように、柱状スペーサの高さを数多く測定しようとするれば、非常に時間がかかって生産性が低下し、柱状スペーサの高さの測定点を減らせば2枚の基板の間隔の精度が低下するという問題があった。

[0019] 特に、対角が1.5インチから4インチ程度の中小型セルを、大きな基板に多数形成したのちにそれぞれを切取る、いわゆる多面取りを行なうような場合には、それぞれのセルごとに液晶の滴下量を制御する必要がある。非常に多くの柱状スペーサの高さの測定が必要になって、非常に時間がかかるという問題があった。

[0020] 本発明は、貼り合せ作業を複雑化せずに、表示品位の低下を防止した液晶表示パネルおよびその製造方法を提供することを目的とする。

[0021] または、本発明の他の目的は、セルギャップの面内不均一による表示ムラを軽減することである。本発明のさらなる他の目的は、スペーサがラビング処理によるダメージを受け難くすることである。本発明のさらなる他の目的は、温度変化や液晶滴下量の過不足などによる表示ムラを低減することである。

課題を解決するための手段

- [0022] 本発明に基づく液晶表示パネルの第1の局面では、主表面が互いに対向するようにシール材で固定された2枚の基板と、2枚の基板およびシール材に囲まれる領域に封入された液晶と、2枚の基板およびシール材に囲まれる領域に配置された複数の柱状スペーサとを備える。柱状スペーサは、表示領域の中央から外周部に向かって徐々に数密度が小さくなるように配置されている。この構成を採用することにより、貼り合せ作業を複雑化せずに、表示品位の低下を防止した液晶表示パネルを提供することができる。
- [0023] 本発明に基づく液晶表示パネルの第2の局面では、主表面が互いに対向するようにシール材で固定された2枚の基板と、2枚の基板およびシール材に囲まれる領域に封入された液晶と、2枚の基板およびシール材に囲まれる領域に配置された複数の柱状スペーサとを備える。シール材の内側近傍の第1領域において、柱状スペーサの数密度が第1領域のさらに内側の第2領域より小さくなっている。この構成を採用することにより、貼り合せ作業を複雑化せずに、表示品位の低下を防止した液晶表示パネルを提供することができる。
- [0024] 本発明に基づく液晶表示パネルの第3の局面では、主表面が互いに対向するようにシール材で固定された2枚の基板と、2枚の基板およびシール材に囲まれる領域に封入された液晶と、2枚の基板およびシール材に囲まれる領域に配置された複数の柱状スペーサとを備える。表示領域を避けた第1領域において、柱状スペーサの数密度が第1領域の外の第2領域より小さくなっている。この構成を採用することにより、貼り合せ作業を複雑化せずに、表示品位の低下を防止した液晶表示パネルを提供することができる。
- [0025] 本発明に基づく液晶表示パネルの第4の局面では、主表面が互いに対向するようにシール材で固定された2枚の基板と、2枚の基板およびシール材に囲まれる領域に封入された液晶と、2枚の基板およびシール材に囲まれる領域に配置された複数の柱状スペーサとを備える。柱状スペーサは、第1柱状スペーサと、無負荷時の高さが第1柱状スペーサより高い第2柱状スペーサとを含む。第1柱状スペーサは、シール材の内側近傍の第1領域および第1領域のさらに内側の第2領域に配置され、第2柱状スペーサは、第2領域に配置されている。この構成を採用することにより、貼り合

せ作業を複雑化せずに、表示品位の低下を防止した液晶表示パネルを製造することができる。

[0026] 本発明に基づく液晶表示パネルの製造方法の第1の局面では、互いに貼り合せられるべき2枚の基板のうち、いずれか一方の基板または両方の基板に柱状スペーサを形成するスペーサ形成工程を含み、スペーサ形成工程では、形成されるべき表示領域の中央から外周部に向かって、徐々に数密度が小さくなるように柱状スペーサを形成する。この方法を採用することにより、貼り合せ作業を複雑化せずに、表示品位の低下を防止した液晶表示パネルを製造することができる。

[0027] 本発明に基づく液晶表示パネルの製造方法の第2の局面では、互いに貼り合せられるべき2枚の基板のうち、いずれか一方の基板または両方の基板に柱状スペーサを形成するスペーサ形成工程と、互いに貼り合せられるべき2枚の基板のうち、いずれか一方の基板または両方の基板の主表面にシール材を配置するシール材配置工程とを含む。スペーサ形成工程では、シール材の内側近傍の第1領域における柱状スペーサの数密度を、第1領域のさらに内側の第2領域より小さくなるように柱状スペーサを形成する。この方法を採用することにより、貼り合せ作業を複雑化せずに、表示品位の低下を防止した液晶表示パネルを製造することができる。

[0028] 本発明に基づく液晶表示パネルの製造方法の第3の局面では、互いに貼り合せられるべき2枚の基板のうち、いずれか一方の基板または両方の基板に柱状スペーサを形成するスペーサ形成工程と、互いに貼り合せられるべき2枚の基板のうち、いずれか一方の基板または両方の基板の主表面にシール材を配置するシール材配置工程とを含む。スペーサ形成工程では、形成されるべき表示領域を避けた第1領域における柱状スペーサの数密度が、第1領域の外の第2領域より小さくなるように、柱状スペーサを形成する。この方法を採用することにより、貼り合せ作業を複雑化せずに、表示品位の低下を防止した液晶表示パネルを製造することができる。

[0029] 上記発明において好ましくは、2枚の基板のうち、いずれか一方の基板に液晶を滴下する液晶滴下工程を含み、液晶滴下工程は、2枚の基板が設計値の間隔をあけて互いに平行になるときの計算値より少ない量の液晶を滴下する。この方法を採用することにより、より確実に表示品位の低下を防止することができる。

- [0030] 本発明に基づく液晶表示パネルの製造方法の第4の局面では、互いに貼り合せられるべき2枚の基板のうち、いずれか一方の基板または両方の基板に柱状スペーサを形成するスペーサ形成工程と、2枚の基板のうち、いずれか一方の基板または両方の基板の主表面にシール材を配置するシール材配置工程とを含む。スペーサ形成工程は、シール材の内側近傍の第1領域に第1柱状スペーサを、第1領域のさらに内側の第2の領域に、第1柱状スペーサおよび第1柱状スペーサより高さの高い第2柱状スペーサを形成する工程を含む。この方法を採用することにより、貼り合せ作業を複雑化せずに、表示品位の低下を防止した液晶表示パネルを製造することができる。
- [0031] 本発明のスペーサ付基板は、基板と、基板上に形成されたスペーサとを有するスペーサ付き基板であって、スペーサは、第1スペーサ部と、第1スペーサ部の上部に形成された第2スペーサ部とを少なくとも有しており、第1スペーサ部の上部の直径が第2スペーサ部の底部の直径よりも長い。
- [0032] 第1スペーサ部の上部は、平面視において第2スペーサ部を囲む溝を有することが好ましい。
- [0033] また、スペーサの上部の直径をCとし、スペーサの底部から上部までの高さをHとすると、スペーサの底部の直径が $1.8 \times C$ 以上であり、スペーサの底部から $0.85 \times H$ の高さにおけるスペーサの直径が $1.05 \times C$ 以下であることが好ましい。
- [0034] 本発明のパネルは、本発明のスペーサ付き基板と、スペーサ付き基板に対向して配置された対向基板と、スペーサ付き基板および対向基板の間に介在する機能材料層とを有する。機能材料層は、互いに対向する電極間の電位差により光透過率が変調される層、互いに対向する電極間を流れる電流により自発光する層を含む。例えば液晶層、無機または有機エレクトロルミネッセンス(EL)層、発光ガス層、エレクトロクロミック層などである。したがって、本発明のパネルは、液晶パネルや無機または有機ELパネルを含む。
- [0035] 本発明の方法は、液晶滴下貼り合わせ方式による液晶パネルの製造方法である。本発明の方法は、スペーサ付き基板または対向基板のいずれか一方の基板面に枠状シール材を形成する工程と、シール材の枠内に液晶材料を滴下する工程と、スペー

一サ付き基板と対向基板とを貼り合わせて、液晶層を形成する工程とを有する。

発明の効果

[0036] 本発明によれば、貼り合せ作業を複雑化せずに、表示品位の低下を防止した液晶表示パネルおよびその製造方法を提供することができる。

[0037] また、本発明のある局面によれば、面内において均一なセルギャップが得られる。本発明の他の局面によれば、スペーサがラビング処理によるダメージを受け難くすることができる。本発明のさらなる他の局面によれば、温度変化や液晶滴下量の過不足などによる表示ムラを低減することができる。

図面の簡単な説明

[0038] [図1A]実施の形態1における第1の液晶表示パネルの概略断面図である。

[図1B]実施の形態1における第1の液晶表示パネルの概略平面図である。

[図2A]実施の形態1における柱状スペーサの配置状態を説明する第1の平面図である。

[図2B]実施の形態1における柱状スペーサの配置状態を説明する第2の平面図である。

[図3A]実施の形態1における液晶表示パネルの作用および効果を説明する第1の概略断面図である。

[図3B]実施の形態1における液晶表示パネルの作用および効果を説明する第2の概略断面図である。

[図3C]実施の形態1における液晶表示パネルの作用および効果を説明する第3の概略断面図である。

[図4A]実施の形態1における第2の液晶表示パネルの第1の概略平面図である。

[図4B]実施の形態1における第2の液晶表示パネルの第2の概略平面図である。

[図5]実施の形態1における第3の液晶表示パネルの説明図である。

[図6]実施の形態1における液晶表示パネルの製造方法の説明図である。

[図7A]柱状スペーサが圧縮される様子を説明する第1の概略断面図である。

[図7B]柱状スペーサが圧縮される様子を説明する第2の概略断面図である。

[図8A]実施の形態2における液晶表示パネルの概略断面図である。

[図8B]実施の形態2における液晶表示パネルの概略平面図である。

[図9A]実施の形態2における柱状スペーサの配置分布を説明する第1の平面図である。

[図9B]実施の形態2における柱状スペーサの配置分布を説明する第2の平面図である。

[図10]実施の形態2における液晶表示パネルの製造方法の説明図である。

[図11]従来の技術に基づく液晶表示パネルの概略断面図である。

[図12A]従来の技術に基づく液晶表示パネルの不具合を説明する第1の概略断面図である。

[図12B]従来の技術に基づく液晶表示パネルの不具合を説明する第2の概略断面図である。

[図13]実施の形態3のスペーサ付き基板を用いた液晶パネルを模式的に示す断面図である。

[図14]実施の形態3のスペーサ105を模式的に示す拡大断面図である。

[図15]実施の形態3のスペーサ105の平面図である。

[図16]実施の形態3のスペーサ105の荷重-変位特性を示すグラフである。

[図17]比較例のスペーサ150を模式的に示す断面図である。

[図18]実施の形態3のスペーサ105の大きさを説明するための断面図である。

[図19]実施の形態4のスペーサ付き基板を模式的に示す断面図である。

[図20]実施の形態4のスペーサ付き基板の平面図である。

[図21A]実施の形態5のスペーサを模式的に示す平面図(上図)と断面図(下図)である。

[図21B]実施の形態6のスペーサを模式的に示す平面図(上図)と断面図(下図)である。

符号の説明

- [0039] 1a, 1b, 基板、2 シール材、3 ガラス基板、5 柱状スペーサ、6 液晶、7 絵素、10 ドライバ、28 真空気泡、29 高柱状スペーサ、30 低柱状スペーサ、31 高密度領域、32 低密度領域、33 高低スペーサ配置領域、34 低スペーサ配置領域、

35 表示領域、38 液晶封入領域、39 BM領域、40 圧縮幅、50, 51, 52 矢印、101, 102 基板、103 周辺シール材、104 液晶層、105 スペーサ、105a 第1スペーサ部、105b 第2スペーサ部、105c 溝、150 スペーサ。

発明を実施するための最良の形態

[0040] (実施の形態1)

図1Aから図7Bを参照して、本発明に基づく実施の形態1における液晶表示パネルおよび液晶表示パネルの製造方法について説明する。

[0041] 図1Aおよび図2Bは、本実施の形態における第1の液晶表示パネルの説明図であり、図1Aは概略断面図、図1Bは概略平面図である。液晶表示パネルは、図1Aに示すように、基板1aと基板1bとの2枚の基板がシール材2で互いに接着固定されている。基板1aの主表面には駆動素子などが形成され、基板1bの主表面には対向電極などが形成されている(図示せず)。この2枚の基板1a, 1bとシール材2とに囲まれる領域の内部に液晶6が封入されている。基板1aと基板1bとは、間隔を空けて接着固定されている。2枚の基板同士の間隔は、柱状スペーサ5によって定められている。

[0042] 柱状スペーサ5は、液晶が封入されている領域に配置されている。柱状スペーサ5は円柱状に形成され、上面と下面とがそれぞれの基板に接触している。本実施の形態における第1の液晶表示パネルは、シール材2の内側近傍の第1領域としての低密度領域32を含む。また、低密度領域32の内側に第2領域としての高密度領域31を含む。低密度領域32の柱状スペーサ5の数密度は、高密度領域31より小さくなっている。すなわち、シール材2で囲まれる領域は、2つの領域から構成され、外側の領域より内側の領域の方が、柱状スペーサ5の数密度が高い。シール材2は、基板1bの外縁に沿うように配置されている。たとえば、図1Bにおいて、シール材2から表示領域の中央に向かって3mmの幅を持つ領域が低密度領域32である。高密度領域31における基板1a, 1b同士の間隔は、ほぼ一定である。これに対して、低密度領域32における基板1a, 1b同士の間隔は、ほぼ一定、または、表示領域の中央から外側に向かって徐々に狭くなっている。

[0043] 図2Aおよび図2Bは、柱状スペーサ5が配置されている状態の説明図であり、図2Aは高密度領域31の平面図、図2Bは低密度領域32の平面図である。柱状スペー

サ5は、それぞれの絵素7の境界に形成された配線領域に配置されている。高密度領域31に配置される柱状スペーサ5の数密度は、低密度領域32に配置された柱状スペーサ5の数密度よりも大きい。たとえば、1つの絵素の大きさが縦 $115\mu\text{m}$ 、横 $65\mu\text{m}$ である液晶表示パネルに対して、高密度領域においては、 $\phi 10\mu\text{m}$ 、高さ $4.5\mu\text{m}$ の柱状スペーサ5が5個の絵素について1個配置されている。これに対して、図2Bにおける低密度領域においては、同じ形状の柱状スペーサ5が15個の絵素につき1個配置されている。

[0044] 本実施の形態において封入されている液晶は、2枚の基板が設計値の間隔を空けて互いに平行になるときの計算値(以下、「標準液晶計算値」という。)よりも僅かに少ない量が封入されている。本実施の形態においては、標準液晶計算値の96%の液晶が封入されている。

[0045] 図3Aから図3Cは、本実施の形態における第1の液晶表示パネルの作用および効果を説明する断面図である。滴下貼り合せ法において、液晶の滴下量は厳密な調整が可能である一方で、柱状スペーサの高さを設計値通りに形成することは困難である。このため、柱状スペーサの高さについては、製作誤差が生じやすい。図3Aは、柱状スペーサ5が、設計値通りの高さで形成された場合の断面図である。本実施の形態においては、封入されている液晶は、標準液晶計算値よりも僅かに少ない96%の量が封入されている。柱状スペーサ5は、高さ方向に圧縮されにくいのが、僅かであれば圧縮が可能である。したがって、図3Aに示すように、高密度領域31においては、柱状スペーサ5の数密度が高いため、2枚の基板1a, 1bの主表面が互いに平行になるように形成され、低密度領域32においては、柱状スペーサ5の数密度が低いため、2枚の基板1a, 1b同士の間隔が表示領域の中央から外周部に向かって、徐々に狭くなるように形成されている。

[0046] 柱状スペーサ5の高さが設計値よりも低い場合は、図3Bに示すように、高密度領域31においても低密度領域32においても、2枚の基板1a, 1b同士の間隔は一定になる。柱状スペーサ5の高さが低いために、柱状スペーサによって規定される基板1a, 1bおよびシール材2によって囲まれる空間が小さくなる。この結果、意図的に少なく封入した液晶の量と基板1a, 1bおよびシール材2によって囲まれる空間の体積とが

ほぼ一致して、低密度領域32においても2枚の基板1a, 1bの主表面が互いに平行になる。

[0047] 形成される柱状スペーサ5の高さが設計値よりも高い場合には、図3Cに示すように、低密度領域32において、表示領域の中央から外側に向かって、基板1a, 1b同士の間隔は狭くなる。基板1a, 1bおよびシール材2に囲まれる空間に対して封入される液晶6の量は少なくなる。高密度領域31においては、柱状スペーサ5の数密度が低密度領域32に比べて高く形成されているため、高密度領域31においては2枚の基板1a, 1b同士の間隔はほぼ一定になる。一方で、柱状スペーサ5の数密度が小さい低密度領域32においては、表示領域中央部から外周に向かって(高密度領域31から低密度領域32に向って)徐々に基板1a, 1b同士の間隔が狭くなる。

[0048] このように、表示領域の中央部の高密度領域に対して、数密度が小さい低密度領域を形成することによって、柱状スペーサの高さにばらつきが生じていても、低密度領域において基板同士の間隔が狭くなって、少なくとも真空気泡の発生を防止して、表示品位の低下を防止することができる。また、本実施の形態のように、封入される液晶の量は、2枚の基板が設計値の間隔を空けて互いに平行になるときの標準液晶計算値よりも僅かに少ない量であることが好ましい。この構成を採用することによって、柱状スペーサの高さが設計値よりも高い場合および低い場合のいずれの場合においても表示品位の低下を防止することができる。

[0049] 本実施の形態においては、低密度領域がシール材の内側近傍に形成されている。すなわち、映像などが表示される表示領域のうちの周辺部からシール材が配置されている外側に向かって形成されている。本発明においては、特にこの形態に限られず、映像などが表示される表示領域の中央部分に低密度領域を形成して、表示領域のうちの周辺部から外側に向かって高密度領域が形成されていてもよい。しかし、映像が表示される部分の表面を指などで押さえる可能性があるものについては、低密度領域の部分を押さえたときに、映像にむらが生じる可能性があるので、高密度領域を表示領域の中心部に形成して、低密度領域を表示領域の周辺部に形成することが好ましい。たとえば、携帯電話の表示パネルにおいて、ボタン操作などを行なうときに、誤って表示パネルを押さえてしまうことがあるが、このような場合であっても、低

密度領域を周辺部に形成することによって、表示される映像のむらが発生することを防止することができる。

[0050] 図4Aおよび図4Bに、本実施の形態における第2の液晶表示パネルの概略平面図を示す。図4Aおよび図4Bに示す液晶表示パネルは、ガラス基板の上に液晶をスイッチングするためのTFTを動作させる回路などが形成されたいわゆるCGS(Continuous Grain Silicon)液晶の方式である。CGS液晶は、デジタルスチルカメラや携帯電話などの表示パネルに用いられている。図4Aにおいて、ガラス基板3の主表面には、TFT(Thin Film Transistor)などを含む表示領域35が形成されているほか、ガラス基板3の主表面上に、TFTを駆動するためのドライバ10が形成されている。液晶が封入される領域は、表示領域35およびドライバ10を完全に取囲む液晶封入領域38である。ドライバ10が形成されている領域は、片側の基板に黒色のマスクなどが形成されたBM領域39が形成されている。BM領域39は、液晶表示パネルの表側から見た場合に、マスクで覆われて内部が見えない領域である。

[0051] 図4Aにおいて、低密度領域32は、表示領域35の外縁に沿うように形成されている。液晶封入領域38のうち低密度領域32以外の領域は、高密度領域になっている。すなわち、低密度領域32よりも数密度が大きくなるように柱状スペーサが形成されている。このように、CGS液晶のような液晶表示パネルであっても、本発明を適用することができる。

[0052] 図4Bは、CGS液晶の液晶表示パネルにおいて、表示領域35を避けた領域に低密度領域32を形成したものである。この構成を採用することにより、表示領域35全体を高密度領域にすることができる。このように、低密度領域32は、特に表示領域の一部分を含む必要はなく、任意の位置に形成することができる。たとえば、シール材と表示領域との間のみを低密度領域としてもよい。

[0053] 図5に、本実施の形態における第3の液晶表示パネルの説明図を示す。上記の本実施の形態においては、高密度領域および低密度領域の2つの領域が形成され、それぞれの領域内においては、柱状スペーサの数密度が一定である。これに対して、第3の液晶表示パネルは、矢印51に示すように表示領域の中央から外周部に向かって、柱状スペーサ5の数密度が徐々に小さくなるように形成されている。この構成を

採用することにより、本実施の形態における第1の液晶表示パネルと同等の効果を得ることができる。この場合においても、封入する液晶の量は標準液晶計算値よりも僅かに少ないことが好ましい。図5に示す液晶表示パネルは、液晶の量を僅かに少なくした一方で、設計値通りに柱状スペーサ5が形成された場合におけるものである。この液晶表示パネルの場合においては、基板1aと基板1bとの間の間隙が、表示領域の中央部から外周部に向かって徐々に小さくなる。

[0054] 図6から図7Bを参照して、本実施の形態における液晶表示パネルの製造方法について説明する。本実施の形態における製造方法は、互いに貼り合せられるべき2枚の基板のうち、いずれか一方の基板または両方の基板に柱状スペーサを形成するスペーサ形成工程と、互いに貼り合せられるべき2枚の基板のうち、いずれか一方の基板または両方の基板の主表面にシール材を配置するシール材配置工程とを含む。また、いずれか一方の基板に環状に配置したシール材の内側となるべき領域に、液晶を一方の基板に滴下する液晶滴下工程を含む。本実施の形態における製造方法は、液晶滴下工程の後に、真空中で2枚の基板貼り合わせるいわゆる滴下貼り合せ法である。また、本実施の形態における製造方法の説明は、主に第1の液晶表示パネルの製造方法について行なう。

[0055] 図6は、2枚の基板を貼り合わせる際の概略断面図である。基板1bには、スペーサ形成工程において、フォトリソグラフィ法を用いて、ほぼ同じ高さの柱状スペーサ5が形成されている。柱状スペーサ5は、液晶が封入されるべき領域に形成されている。表示領域の中央部には、柱状スペーサ5の数密度が高い高密度領域31が形成され、高密度領域31の外側であって、環状のシール材2の内側近傍には、数密度が高密度領域31より小さい低密度領域32が形成されている。

[0056] 基板1aの主表面には、環状にシール材2が配置されている。基板1aの主表面のうち、シール材2で囲まれる領域には液晶6が滴下されている。本実施の形態における液晶6の滴下量は、2枚の基板が設計値の間隙を空けて互いに平行になるときの設計値より僅かに少ない量である。

[0057] 図6の矢印50に示すように、2枚の基板を貼り合わせる。貼り合せは、真空中で行なう。貼り合せの後に外部を大気圧に開放すると、2枚の基板1a, 1bの表面全体に対し

て大気圧が印加され、基板1a、1b同士を圧縮することができる。

[0058] 図7Aおよび図7Bに、2枚の基板1a、1bが貼り合せられる場合の柱状スペーサの概略拡大断面図を示す。図7Aは、基板上に形成された柱状スペーサの概略拡大断面図である。基板1bの主表面に形成された柱状スペーサ5は、頂面の径が底面の径よりも若干小さくなっている円柱状に形成されている。柱状スペーサ5は、アクリル樹脂などで形成されている。柱状スペーサ5は、プラスチックビーズなどと比較して、つぶれにくい特徴を有している。しかし、柱状スペーサ5は、図7Bに示すように、基板1bに対して基板1aが貼り合せられた場合、図7Aに示す圧縮幅40で圧縮される余裕を有している。柱状スペーサ5の高さは、反射型液晶表示パネルや透過型液晶表示パネルなどの種類によって異なるが、数 μm 程度であり、これに対して圧縮幅40は、 $1/10\mu\text{m}$ 程度である。このように、柱状スペーサ5が圧縮される幅は僅かではある。しかし、柱状スペーサ5は、柱状スペーサ5の製作誤差を吸収できる程度に圧縮することができ、図3Aまたは図3Cに示すように、2枚の基板同士の間隔が狭くなる部分が生じる。このように、柱状スペーサの高さの製作誤差を自然に吸収して、貼り合せ作業を複雑化せずに表示品位の低下を防止した液晶表示パネルを製造することができる。

[0059] 本実施の形態においては、滴下する液晶の量は、標準液晶計算値の96%の量の液晶が滴下されている。このように、滴下する液晶の量を標準液晶計算値より少なくすることにより、図3Aから図3Cに示したように、柱状スペーサが設計値通りの高さである場合、設計値よりも低い場合および設計値よりも高い場合のいずれの場合であっても、真空気泡の発生や表示面のむらの発生を防止することができる。

[0060] 本実施の形態における第2の液晶表示パネルについては、それぞれの必要な領域において柱状スペーサの数密度が小さくなる領域と柱状スペーサの数密度が大きくなる領域とを形成すればよい。この方法を採用することにより、本実施の形態における第2の液晶表示パネルを製造することができる。また、第3の液晶表示パネルについては、形成されるべき表示領域の中央から外周部に向かって、徐々に数密度が小さくなるように柱状スペーサを形成する。

[0061] 柱状スペーサの形成は、周知のフォトリソグラフィ法などによって行なうことができる

。本実施の形態における柱状スペーサは、円柱状に形成されているが、特にこの形態に限られず、たとえば角柱状であってもよい。また、柱状スペーサの数密度、柱状スペーサの材質または封入する液晶の量などは、液晶表示パネルの大きさや種類に応じて適宜変更することが好ましい。

[0062] （実施の形態2）

図8Aから図10を参照して、本発明に基づく実施の形態2における液晶表示パネルおよび液晶表示パネルの製造方法について説明する。

[0063] 図8Aおよび図8Bは、本実施の形態における液晶表示パネルの説明図であり、図8Aは概略断面図、図8Bは概略平面図である。2枚の基板1a, 1bがシール材2によって固定され、2枚の基板1a, 1bとシール材2とによって囲まれる空間に液晶が封入されていることは、実施の形態1における液晶表示パネルと同様である。

[0064] 本実施の形態における液晶表示パネルは、シール材2の内側近傍の第1領域としての低スペーサ配置領域34と、低スペーサ配置領域34のさらに内側の第2領域としての高低スペーサ配置領域33とを有する。また、液晶表示パネルは、低スペーサ配置領域34および高低スペーサ配置領域33に配置された第1柱状スペーサと、高低スペーサ配置領域33に配置された第2柱状スペーサとを含む。本実施の形態においては、第1柱状スペーサとして低柱状スペーサ30が形成され、第2柱状スペーサとして高柱状スペーサ29が形成されている。高柱状スペーサ29は、無負荷時の高さが低柱状スペーサ30より高くなるように形成されている。換言すれば、高柱状スペーサ29は、2枚の基板からの圧力を開放したときに、低柱状スペーサ30より高さが高くなるように形成されている。

[0065] 図9Aおよび図9Bに、低スペーサ配置領域34および高低スペーサ配置領域33における柱状スペーサの配置を説明する図を示す。図9Aは、高低スペーサ配置領域33の平面図である。高柱状スペーサ29および低柱状スペーサ30の2種類の高さを有する柱状スペーサがそれぞれの絵素の境界部分の配線領域に形成されている。高柱状スペーサ29および低柱状スペーサ30は、それぞれが混在するように配置されている。図9Bは、低スペーサ配置領域34の平面図である。低スペーサ配置領域34には、高さの低い低柱状スペーサ30のみが形成されている。2枚の基板の間には、

2枚の基板が互いに平行に貼り合せられるときの量、すなわち標準液晶計算値の量の液晶が封入されている。

[0066] このように、本実施の形態における液晶表示パネルは、高さ方向の圧力を開放したときに高さが異なる2つのスペーサを備えている。たとえば、1つの絵素の大きさが縦 $115\mu\text{m}$ 、横 $65\mu\text{m}$ の液晶表示パネルにおいて、高低スペーサ配置領域33には、 $\phi 10\mu\text{m}$ 、高さが $4.5\mu\text{m}$ の高柱状スペーサ29が10個の絵素に対して1個の割合で配置されている。さらに、 $\phi 10\mu\text{m}$ 、高さが $4.3\mu\text{m}$ の低柱状スペーサ30が15個の絵素に対して1個の割合で配置されている。これに対して、低スペーサ配置領域34には、 $\phi 10\mu\text{m}$ 、高さが $4.3\mu\text{m}$ の低柱状スペーサ30が、15個の絵素について1個の割合で配置されている。2枚の基板の間隔の設計値は、低柱状スペーサの高さの設計値と同じである。

[0067] 本実施の形態における液晶表示パネルでは、高低スペーサ配置領域33に、高柱状スペーサ29が低スペーサ配置領域34の低柱状スペーサ30の数密度より高く形成されているため、この高低スペーサ配置領域33においては、2枚の基板1a、1bの主表面は互いに平行になる。また、高低スペーサ配置領域33よりも優先的に低スペーサ配置領域34において、2枚の基板1a、1b同士の間隔を狭くすることができる。

[0068] 柱状スペーサの高さが設計値通りに形成されている場合は、高柱状スペーサ29が低柱状スペーサ30よりも優先的に圧縮されて、低柱状スペーサ30の高さ(2枚の基板同士の間隔)で圧縮が停止する。図8Aに示すように、2枚の基板は互いに平行になる。

[0069] 柱状スペーサの高さが設計値よりも低い場合には、高低スペーサ配置領域33の高柱状スペーサ29が十分に圧縮されずに、高低スペーサ配置領域33の基板同士の間隔が低スペーサ配置領域34の基板同士の間隔より大きくなる。

[0070] 柱状スペーサの高さが、設計値よりも高い場合には、高柱状スペーサ29が低柱状スペーサ30の高さまで圧縮されたうえに、低スペーサ配置領域34において、基板1a、1b同士の間隔が小さくなって、真空気泡の発生などを防止できる。

[0071] このように、液晶が封入される空間の大きさの調整を、高低スペーサ配置領域および低スペーサ配置領域の両方で行なうことができる。したがって、本実施の形態にお

ける液晶表示パネルは、柱状スペーサの製造誤差を打ち消すための余裕が大きくなる。また、封入する液晶の量を標準液晶計算値より少なくしなくても、形成された柱状スペーサの高さが設計値より高い場合および低い場合のいずれの場合にも、表示品位の低下を防止することができる。

- [0072] 図10を参照して、本実施の形態における液晶表示パネルの製造方法について説明する。
- [0073] 片方の基板1bに対して、フォトリソグラフィ法などによって、柱状スペーサを形成することや、他方の基板1aにおいて、シール材2を環状に形成した後にシール材2の内側に液晶6を滴下しておくことは、実施の形態1における製造方法と同様である。
- [0074] 本実施の形態においては、基板1bに柱状スペーサを形成するスペーサ形成工程において、シール材の内側近傍に第1領域としての低スペーサ配置領域34を、低スペーサ配置領域34のさらに内側に第2領域としての高低スペーサ配置領域33を形成する。低スペーサ配置領域34には、第1柱状スペーサとしての低柱状スペーサ30のみを形成する。これに対し、高低スペーサ配置領域33においては、低柱状スペーサ30に加えて、低柱状スペーサ30より高さの高い高柱状スペーサ29を形成する。一方で、基板1aには、環状にシール材2が配置され、シール材2に囲まれる領域の内側に液晶6が配置されている。液晶6は、標準液晶計算値の量が滴下されている。
- [0075] 2枚の基板の貼り合せは、真空雰囲気中で行なう。矢印52に示すように、2枚の基板を真空中で貼り合せた後に、基板1a、1bの主表面を加圧する。このように、それぞれの基板1a、1bの主表面が近づくように圧縮する。
- [0076] 高低スペーサ配置領域33においては、低柱状スペーサ30に加えて高柱状スペーサ29を形成している。貼り合せの際には、高柱状スペーサ29が低柱状スペーサ30よりも先に基板1aに接触する。基板1a、1bの主表面に圧力を加えることによって、高柱状スペーサ29の先端が先に圧縮され、液晶6の量と2枚の基板1a、1bとに囲まれる空間の体積が一致したところで、圧縮は自然に停止する。
- [0077] 形成した柱状スペーサの高さが低い場合には、高柱状スペーサの圧縮の途中で、圧縮が停止して、高低スペーサ配置領域33の間隔が、低スペーサ配置領域34の間隔よりも大きくなる。一方で、形成した柱状スペーサの高さが高い場合には、低スペー

一サ配置領域34において、基板1a, 1b同士の間隔が近くなる。このように、柱状スペーサの製作誤差に応じて、真空気泡の発生を防止しながら2枚の基板の貼り合せを行なうことができる。

[0078] この結果、実施の形態1における製造方法と同様に、真空気泡の発生などによる表示品位の低下を防止した液晶表示パネルを製造することができる。さらに、指などで表示部を押した際にも表示にむらなどが発生することを防止した液晶表示パネルを製造することができる。

[0079] その他の構成、作用、効果および製造方法については、実施の形態1における液晶表示パネルと同様であるのでここでは説明を繰返さない。

[0080] 実施の形態1および2で示した図において、柱状スペーサの高さや基板同士の間隔の相対的な大きさについては、分かり易くするために誇張して記載している。また、本発明においては、2枚の基板同士の間に主表面が互いに平行にならない部分が生じるが、その部分の変化は、小さなものであるため、表示品位に影響を与えるものではない。また、本発明は、白黒液晶表示パネルまたはカラー液晶表示パネルのいずれについても適用することができる。

[0081] (実施の形態3)

以下の実施の形態では、液晶パネルに用いられるスペーサ付き基板について説明するが、本発明のスペーサ付き基板は、液晶パネルだけでなく、無機または有機ELパネル、プラズマパネル、フィールドエミッションパネル、エレクトロクロミックパネルなどにも用いることができる。また、液晶パネルは、液晶表示パネルだけでなく、画素を光学的に順次シフトさせる画像シフトパネルや三次元映像を表示可能とするパララックスバリアパネルに適用することもできる。なお、画像シフトパネルは、光の偏光状態を変調する液晶パネルと、この液晶パネルから出射された光の偏光状態に応じて光路をシフトさせる複屈折素子との組合せを少なくとも一組有する。またパララックスバリアパネルは、左目用画素および右目用画素を有する映像表示素子と組み合わせることにより、立体映像を表示することができる。

[0082] 図13から図18を参照して、本発明に基づく実施の形態3について説明する。

[0083] 図13は実施の形態3のスペーサ付き基板を用いた液晶パネルを模式的に示す断

面図である。液晶パネルは、一对の基板101, 102と、両基板101, 102に挟まれた周辺シール材103と、両基板101, 102に挟まれ、周辺シール材103に囲まれた液晶層104と、液晶層104のセルギャップを均一にするためのスペーサ105とを有する。一方の基板101はカラーフィルタ基板であり、カラーフィルタ層(不図示)と、ITO(インジウム錫酸化物)などからなる透明電極(不図示)と、ポリイミドなどからなり、ラビング処理された液晶配向膜(不図示)とを有する。他方の基板102はTFT(Thin Film Transistor)基板であり、それぞれが行方向に延びる複数のゲートバスライン(不図示)と、ゲートバスラインと交差して延びる複数のソースバスライン(不図示)と、ゲートバスラインおよびソースバスラインの交差部近傍に設けられたTFT(不図示)と、TFTを介してソースバスライン(不図示)に接続され、マトリクス状に配置された画素透明電極(不図示)と、画素透明電極を覆う液晶配向膜(不図示)とを有する。

- [0084] 基板101, 102の材料としては、石英ガラスやソーダライムガラス、ホウケイ酸ガラス、低アルカリガラス、無アルカリガラスなどのガラス、ポリエステルやポリイミドなどのプラスチック、シリコンなどの半導体が挙げられる。
- [0085] 図14は本実施の形態のスペーサ105を模式的に示す拡大断面図であり、図15はスペーサ105の平面図である。本実施の形態では、カラーフィルタ基板101上にスペーサ105が形成されている場合について説明するが、TFT基板102上にスペーサ105が形成されていても良い。
- [0086] スペーサ105は、第1スペーサ部105aと、第1スペーサ部105aの上部に形成された第2スペーサ部105bとを有する。第1スペーサ部105aおよび第2スペーサ部105bは、それぞれ錐台の形状を有しており、第1スペーサ部105aの上部の直径Aが第2スペーサ部105bの底部の直径Bよりも長い。
- [0087] 図14および図15に示すように、スペーサ105は上底面積(上面の面積)が相対的に大きい第1スペーサ部105aと、上底面積が相対的に小さい第2スペーサ部105bとを組み合わせた形状をしている。このように組み合わせた形状を採用することで、基板101の面から高い位置に上底面積が相対的に小さい部分(第2スペーサ部105b)があっても、ラビング工程の際にダメージを受けにくくなる。
- [0088] また、上底面積(上面の面積)が相対的に大きい第1スペーサ部105a上に上底面

積が相対的に小さい第2スペーサ部105bを形成することにより、スペーサの荷重-変位特性を段階的に変化させることができる。図16は本実施の形態のスペーサ105の荷重-変位特性を示すグラフである。図16に示すように、荷重-変位特性のグラフは、第2スペーサ部105bの高さ h_2 を超えるまでは傾きが急な非線型を描いているが、第2スペーサ部105bの高さ h_2 を超えて荷重を続けると、荷重-変位特性が極端に変わり、傾きが緩やかな非線型を描く。すなわち、第2スペーサ部105bの高さ h_2 を超えて荷重を続けると、変位し難くなる。これにより、液晶滴下量の誤差および温度変化による荷重に対して、第2スペーサ部105bが弾性変形することにより追従することができる。一方、局所的な強い圧力に対しては、第1スペーサ部105aの応力によりパネルが比較的変形し難くなる。

[0089] 次に、本実施の形態の対比説明をするために、比較例について記載する。図17は比較例のスペーサ150を模式的に示す断面図である。スペーサ150は、図17に示すように、1つの錐台の形状を有する。一般に、スペーサはフォトリソグラフィ法を用いて形成されるので、スペーサ150の上部の直径 C は、露光装置の精度などにより制約される。一般的に使用されているプロキシミティ方式の露光装置を用いた場合には、スペーサ150の上部の直径 C は $6\sim 10\mu\text{m}$ 程度であり、スペーサ150の底部の直径は $1.5\times C\mu\text{m}$ 程度である。したがって、スペーサ150の高さを $H\mu\text{m}$ とすると、スペーサ150のアスペクト比は $H/1.5\times C$ 程度となる。ステッパ方式やミラープロジェクション方式などの精度のより高い露光装置を用いることにより、さらに小さいサイズのスペーサを作成することも可能である。しかし、あまり小さいサイズのスペーサを作成した場合、ラビング工程で破損するおそれがある。

[0090] 図18は本実施の形態のスペーサ105の大きさを説明するための断面図である。本実施の形態のスペーサ105は、それぞれが錐台の形状を有する第1スペーサ部105aと第2スペーサ部105bとを上下に組み合わせた構造であり、第1スペーサ部105aの上部の直径 A が第2スペーサ部105bの底部の直径 B よりも長いので、比較例のスペーサ150に比してスペーサ105の底部の直径 D を長くすることができる。例えば、スペーサ105の底部の直径 D を $1.8\times C$ 以上とすることができる。したがって、スペーサ105のアスペクト比を $H/1.8\times C$ 以下、すなわち比較例のスペーサ150よりもア

スペクトル比を小さくできるので、小さいサイズのスペーサを作成した場合でも、ラビング工程での破損を防ぐことができる。

[0091] スペーサ105の典型的な大きさについて説明する。プロキシミティ方式の露光装置を使用することがコスト的に有利であるので、プロキシミティ方式の露光装置を用いた場合について説明する。プロキシミティ方式の露光装置による精度は $6\mu\text{m}$ 程度が限界であるので、第2スペーサ部105bの上部の直径Cは最低 $6\mu\text{m}$ 程度となる。一方、スペーサ105の底部(本実施の形態では第1スペーサ部105aの底部)の直径Dは、第2スペーサ部105bの上部の直径Cの1.8倍以上に設定する。ただし、スペーサ105の底部の直径Dをあまり大きくすると、画素開口部にスペーサ105がかかってしまい、透過率や反射率を低下させるなどの表示への悪影響が生じる。そこで、画素開口部にかからないように、スペーサ105の底部の直径Dは $14\mu\text{m}$ 程度とする。第2スペーサ部105bの上部の直径Cを $6\mu\text{m}$ とした場合におけるセル内のスペーサ密度は $1000\text{個}/\text{cm}^2$ 程度が好ましい。

[0092] スペーサ105の高さHは、液晶層104のセルギャップに概ね等しい。具体的には、透過表示型であれば $5\mu\text{m}$ 程度であり、反射表示型であれば $2.5\mu\text{m}$ 程度である。ただし、基板101、102を重ね合わせたときにスペーサ105が若干つぶれるので、その分の見込量($0.2\mu\text{m}$ 程度)をセルギャップに加えた値がスペーサ105の高さHとなる。例えば、透過表示型であれば $5.2\mu\text{m}$ 程度であり、反射表示型であれば $2.7\mu\text{m}$ 程度である。

[0093] 第2スペーサ部105bは、液晶滴下量の誤差や温度変化による荷重に追従して弾性変形する。第2スペーサ部105bの高さh2は、局所的な強い圧力に対しても所定の厚み以上にスペーサ105がつぶれないように設定する。また液晶滴下量やスペーサ105の高さのばらつき、液晶材料の膨張によるセルギャップの面内ずれなどを考慮して、高さh2を設定する。第2スペーサ部105bの高さh2は、好ましくは $0.4\mu\text{m}$ 以上 $0.7\mu\text{m}$ 以下であり、典型的には $0.5\mu\text{m}$ である。

[0094] 本実施の形態のスペーサ105は、スペーサ105の底部から上部までの高さをHとすると、スペーサ105の底部から $0.85\times H$ の高さにおけるスペーサ105の直径Eがスペーサ105の上部の直径Cの1.05倍以下、すなわち $1.05\times C$ 以下である。

- [0095] 次に、本実施の形態のスペーサ付き基板を用いて液晶表示パネルを製造する工程について説明する。まず、一方の基板101上に、スパッタ法や印刷法などにより、カラーフィルタ層および透明電極を順次形成する。紫外線硬化型のアクリル樹脂レジストを基板101上に塗布し、乾燥させた後、フォトリソグラフィ法により画素間の遮光位置にスペーサ105を形成する。フォトリソグラフィ法では、一部の透過率が連続的もしくは段階的に変化する遮光部を有する階調フォトマスクを用いる(例えば特開2002-229040号公報を参照)。階調フォトマスクを用いて露光した後、現像することで、高さの異なる(言い換えれば段差のある)スペーサ105を形成することができる。さらに、配向膜材料としてポリイミドを基板101上に塗布し、ラビング処理を行って配向膜を形成する。
- [0096] 他方の基板102上に、フォトリソ法や印刷法などにより、各種のバスラインや絶縁膜、TFT、画素透明電極を形成した後、画素透明電極を覆う、ラビング処理された配向膜を形成する。両基板101, 102のうちいずれか一方の基板の面に、スクリーン印刷方式やディスペンサ方式によって、エポキシ樹脂を含有するUV硬化型の周辺シール材103を形成する。周辺シール材103のパターンは、液晶注入口となる開口を持たず、閉じたループ状である。周辺シール材103のパターン枠内に、例えばネマティック液晶材料を滴下した後、真空チャンバ内で両基板101, 102を重ね合わせて、両基板101, 102の間隙に液晶層104を形成する。
- [0097] 両基板101, 102の間隙、言い換えれば液晶層104の厚み(セルギャップ)は、滴下する液晶材料の量と周辺シール材103の高さによって決まる。しかし、液晶材料と周辺シール材103だけではセルギャップの面内ムラが発生しやすくなる。またパネルの周辺部以外にはセルギャップを規定する部材がないので、パネルが外部圧力による影響を大きく受けて表示ムラが生じる。本実施の形態では、セルギャップを規定するスペーサ105が基板101上の表示領域内でほぼ均一になるように配置されているので、パネルが外部圧力による影響を受け難く、したがって表示ムラが生じ難い。
- [0098] また本実施の形態では、第1スペーサ部105a上の第2スペーサ部105bにより、液晶滴下量の誤差や温度変化による荷重が吸収されるので、セルギャップの面内不均一による表示ムラを軽減することができる。さらに、第1スペーサ部105aの上部の直

径Aが第2スペーサ部105bの底部の直径Bよりも長いので、基板の貼り合わせ時などに生じる局所的な強い圧力に対しては、第1スペーサ部105aの応力によりパネルが変形し難くなり、表示品位が保持される。

[0099] 両基板101, 102を重ね合わせた後、UV光で周辺シール材103とは異なる部分のシール材(ダミーシール材とも呼ぶ)の一部を仮硬化させる。パネルを真空チャンバ内から取り出し、周辺シール材103にUV光を照射して、周辺シール材103の硬化を行う。以上の工程により、図13に示す液晶パネルが製造される。

[0100] 本実施の形態の液晶パネルでは、液晶駆動素子としてTFTが用いられているが、MIM(Metal Insulator Metal)などの他のアクティブ駆動素子を用いても良く、あるいは駆動素子を用いないパッシブ(マルチプレックス)駆動でも良い。なお、液晶パネルを表示パネルとして用いる場合には、透過型、反射型、透過反射両用型のいずれの表示パネルにも適用することができる。

[0101] 本実施の形態では、液晶滴下貼り合わせ方式により液晶パネルを製造する場合について説明した。しかし、本発明のスペーサ付き基板を用いて、他の方式により液晶パネルを製造することもできる。

[0102] (実施の形態4)

図19は実施の形態4のスペーサ付き基板を模式的に示す断面図であり、図20はその平面図である。本実施の形態で示すスペーサ105は、第1スペーサ部105aの上部が溝105cを有することを除いて、実施の形態3のスペーサ105と同様である。したがって、本実施の形態で示すスペーサ105の形状や大きさ、製造法については、実施の形態3の記載をもって説明に代える。

[0103] 第2スペーサ部105bの底部近傍に形成された溝105cは、平面視において第2スペーサ部105bを囲む。本実施の形態では、溝105cが連続する輪状であるが、不連続な輪状であっても良い。溝105cの断面形状は、図19に示すV字状に限定されず、例えばU字状であっても良い。溝105cの幅Fについても特に限定はないが、好ましくは $0.2\mu\text{m}$ 以上 $2\mu\text{m}$ 以下である。同様に溝105cの深さGについても特に限定はないが、好ましくは $0.2\mu\text{m}$ 以上 $1\mu\text{m}$ 以下である。

[0104] 平面視において溝105cが第2スペーサ部105bを囲むことにより、液晶滴下量の誤

差や温度変化による荷重に対して、第2スペーサ部105bの弾性変形が容易となり、荷重の吸収がより確実なものとなる。

[0105] (実施の形態5, 6)

実施の形態3および4では、第1スペーサ部105aおよび第2スペーサ部105bがともに錐台の形状を有しているが、第1スペーサ部105aおよび第2スペーサ部105bの形状はこれに限定されない。図21Aおよび図21Bは、それぞれ実施の形態5および6のスペーサを模式的に示す平面図(上図)と断面図(下図)である。

[0106] 図21Aに示すように、第1スペーサ部105aおよび第2スペーサ部105bがともに円柱状であり、第2スペーサ部105bが第1スペーサ部105aの上部の略中央に形成されていても良い。また図21Bに示すように、第2スペーサ部105bが第1スペーサ部105aの上部の周縁に形成されていても良い。図21Aおよび図21Bのそれぞれに示すスペーサ105も、実施の形態3および4に示したスペーサ105と同様の効果が期待できる。

[0107] (他の実施の形態)

第1スペーサ部105aおよび第2スペーサ部105bは、実施の形態3および4では錐台形状であり、実施の形態5では円柱状である。言い換えれば、スペーサ部105a, 105bは、実施の形態3〜5では、上部および底部の各面が円形である。しかしスペーサ部105a, 105bの上部および底部における各面の形状は特に限定されず、例えば多角形、楕円などでも良い。またスペーサ部105a, 105bの各上部の面は、基板面に平行でなくても良く、基板面に対して傾斜していても良い。基板面に平行な面を用いて、スペーサ部105a, 105bの上部または底部を切断したときの切断面が円形でない場合には、直線がその切断面を横切ったときにできる線分のうち最も長いものを「直径」と呼ぶ。

[0108] 実施の形態3〜6では、スペーサ105が2つのスペーサ部105a, 105bから構成される場合について説明したが、スペーサがさらなるスペーサ部を有する多段状であっても良い。

[0109] なお、今回開示した上記実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではない。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求

の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更を含むものである。

産業上の利用可能性

[0110] 本発明は、液晶表示パネルと液晶表示パネルの製造方法に有利に適用され得る。

[0111] また、本発明のスペーサ付き基板は、液晶パネル、無機または有機ELパネル、プラズマパネル、フィールドエミッションパネル、エレクトロクロミックパネルなどに用いることができる。

請求の範囲

- [1] 主表面が互いに対向するようにシール材(2)で固定された2枚の基板(1a, 1b, 3)と、
前記2枚の基板(1a, 1b, 3)および前記シール材(2)に囲まれる領域に封入された液晶(6)と、
前記2枚の基板(1a, 1b, 3)および前記シール材(2)に囲まれる領域に配置された複数の柱状スペーサ(5)とを備え、
前記柱状スペーサ(5)は、表示領域の中央から外周部に向かって徐々に数密度が小さくなるように配置されている、液晶表示パネル。
- [2] 主表面が互いに対向するようにシール材(2)で固定された2枚の基板(1a, 1b, 3)と、
前記2枚の基板(1a, 1b, 3)および前記シール材(2)に囲まれる領域に封入された液晶(6)と、
前記2枚の基板(1a, 1b, 3)および前記シール材(2)に囲まれる領域に配置された複数の柱状スペーサ(5)とを備え、
前記シール材(2)の内側近傍の第1領域(32)において、前記柱状スペーサ(5)の数密度が前記第1領域(32)のさらに内側の第2領域(31)より小さくなっている、液晶表示パネル。
- [3] 主表面が互いに対向するようにシール材(2)で固定された2枚の基板(1a, 1b, 3)と、
前記2枚の基板(1a, 1b, 3)および前記シール材(2)に囲まれる領域に封入された液晶(6)と、
前記2枚の基板(1a, 1b, 3)および前記シール材(2)に囲まれる領域に配置された複数の柱状スペーサ(5)とを備え、
表示領域を避けた第1領域(32)において、前記柱状スペーサ(5)の数密度が前記第1領域(32)の外の第2領域(31)より小さくなっている、液晶表示パネル。
- [4] 主表面が互いに対向するようにシール材(2)で固定された2枚の基板(1a, 1b, 3)と、

前記2枚の基板(1a, 1b, 3)および前記シール材(2)に囲まれる領域に封入された液晶(6)と、

前記2枚の基板(1a, 1b, 3)および前記シール材(2)に囲まれる領域に配置された複数の柱状スペーサ(29, 30)と

を備え、前記柱状スペーサ(29, 30)は、

第1柱状スペーサ(30)と、

無負荷時の高さが前記第1柱状スペーサ(30)より高い第2柱状スペーサ(29)とを含み、

前記第1柱状スペーサは、前記シール材(2)の内側近傍の第1領域(34)および前記第1領域(34)のさらに内側の第2領域(33)に配置され、

前記第2柱状スペーサ(29)は、前記第2領域(33)に配置された、液晶表示パネル。

[5] 互いに貼り合せられるべき2枚の基板(1a, 1b, 3)のうち、いずれか一方の基板または両方の基板に柱状スペーサ(5)を形成するスペーサ形成工程を含み、前記スペーサ形成工程では、形成されるべき表示領域の中央から外周部に向かって、徐々に数密度が小さくなるように前記柱状スペーサ(5)を形成する、液晶表示パネルの製造方法。

[6] 前記2枚の基板(1a, 1b, 3)のうち、いずれか一方の基板に液晶(6)を滴下する液晶滴下工程を含み、

前記液晶滴下工程は、前記2枚の基板(1a, 1b, 3)が設計値の間隔を空けて互いに平行になるときの計算値より少ない量の液晶(6)を滴下する、請求項5に記載の液晶表示パネルの製造方法。

[7] 互いに貼り合せられるべき2枚の基板(1a, 1b, 3)のうち、いずれか一方の基板または両方の基板に柱状スペーサ(5)を形成するスペーサ形成工程と、

互いに貼り合せられるべき2枚の基板(1a, 1b, 3)のうち、いずれか一方の基板または両方の基板の主表面にシール材(2)を配置するシール材配置工程とを含み、前記スペーサ形成工程では、

前記シール材(2)の内側近傍の第1領域(32)における前記柱状スペーサ(5)の数

密度を、前記第1領域のさらに内側の第2領域(31)より小さくなるように、前記柱状スペーサ(5)を形成する、液晶表示パネルの製造方法。

- [8] 前記2枚の基板(1a, 1b, 3)のうち、いずれか一方の基板に液晶(6)を滴下する液晶滴下工程を含み、

前記液晶滴下工程は、前記2枚の基板(1a, 1b, 3)が設計値の間隔を空けて互いに平行になるときの計算値より少ない量の液晶(6)を滴下する、請求項7に記載の液晶表示パネルの製造方法。

- [9] 互いに貼り合せられるべき2枚の基板(1a, 1b, 3)のうち、いずれか一方の基板または両方の基板に柱状スペーサ(5)を形成するスペーサ形成工程と、

互いに貼り合せられるべき2枚の基板(1a, 1b, 3)のうち、いずれか一方の基板または両方の基板の主表面にシール材(2)を配置するシール材配置工程とを含み、前記スペーサ形成工程では、

形成されるべき表示領域を避けた第1領域(32)における前記柱状スペーサ(5)の数密度が、前記第1領域の外の第2領域(31)より小さくなるように、前記柱状スペーサ(5)を形成する、液晶表示パネルの製造方法。

- [10] 前記2枚の基板(1a, 1b, 3)のうち、いずれか一方の基板に液晶(6)を滴下する液晶滴下工程を含み、

前記液晶滴下工程は、前記2枚の基板(1a, 1b, 3)が設計値の間隔を空けて互いに平行になるときの計算値より少ない量の液晶(6)を滴下する、請求項9に記載の液晶表示パネルの製造方法。

- [11] 互いに貼り合せられるべき2枚の基板(1a, 1b, 3)のうち、いずれか一方の基板または両方の基板に柱状スペーサ(29, 30)を形成するスペーサ形成工程と、

前記2枚の基板(1a, 1b, 3)のうち、いずれか一方の基板または両方の基板の主表面にシール材(2)を配置するシール材配置工程とを含み、前記スペーサ形成工程は、

前記シール材(2)の内側近傍の第1領域(34)に第1柱状スペーサ(30)を、

前記第1領域(34)のさらに内側の第2領域(33)に、前記第1柱状スペーサ(30)および前記第1柱状スペーサ(30)より高さの高い第2柱状スペーサ(29)を形成する

工程を含む、液晶表示パネルの製造方法。

- [12] 基板(101)と、前記基板(101)上に形成されたスペーサとを有するスペーサ付き基板であって、

前記スペーサ(105)は、第1スペーサ部(105a)と、前記第1スペーサ部(105a)の上部に形成された第2スペーサ部(105b)とを少なくとも有しており、前記第1スペーサ部(105a)の上部の直径が前記第2スペーサ部(105b)の底部の直径よりも長い、スペーサ付き基板。

- [13] 前記第1スペーサ部(105a)の上部は、平面視において前記第2スペーサ部(105b)を囲む溝(105c)を有する、請求項12に記載のスペーサ付き基板。

- [14] 前記スペーサ(105)の上部の直径をCとし、前記スペーサ(105)の底部から上部までの高さをHとすると、前記スペーサ(105)の底部の直径が $1.8 \times C$ 以上であり、前記スペーサ(105)の底部から $0.85 \times H$ の高さにおける前記スペーサ(105)の直径が $1.05 \times C$ 以下である、請求項12に記載のスペーサ付き基板。

- [15] 請求項12に記載のスペーサ付き基板と、前記スペーサ付き基板(101)に対向して配置された対向基板(102)と、前記スペーサ付き基板(101)および前記対向基板(102)の間に介在する機能材料層とを有するパネル。

- [16] 前記機能材料層が液晶層(104)である、請求項15に記載のパネル。

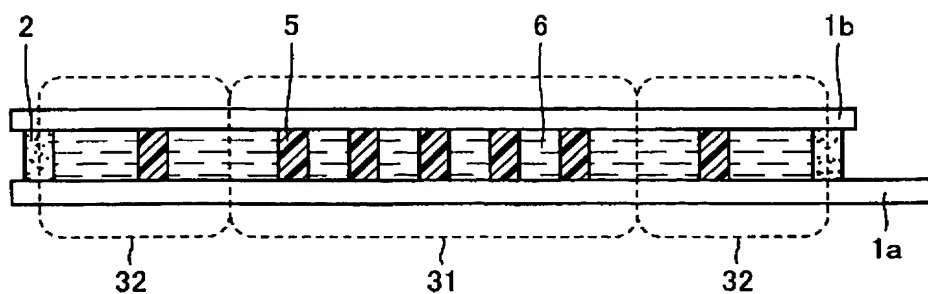
- [17] 請求項16に記載のパネルを製造する方法であって、

前記スペーサ付き基板(101)または前記対向基板(102)のいずれか一方の基板面に枠状シール材(103)を形成する工程と、

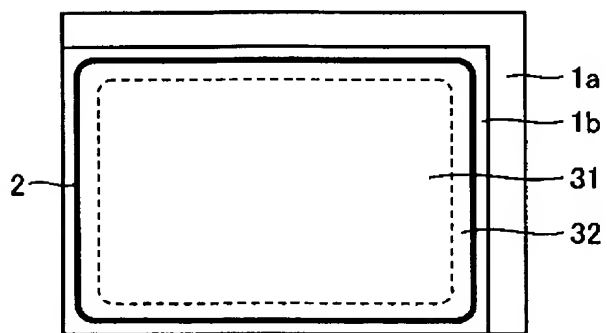
前記シール材(103)の枠内に液晶材料を滴下する工程と、

前記スペーサ付き基板(101)と前記対向基板(102)とを貼り合わせて、前記液晶層(104)を形成する工程とを有する、方法。

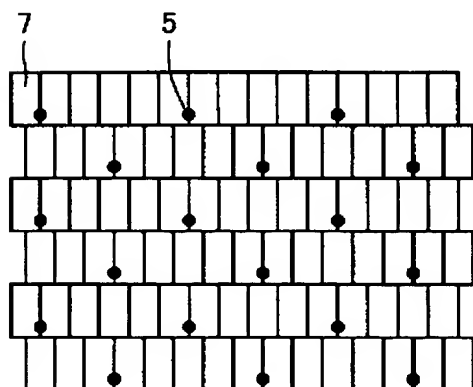
[図1A]



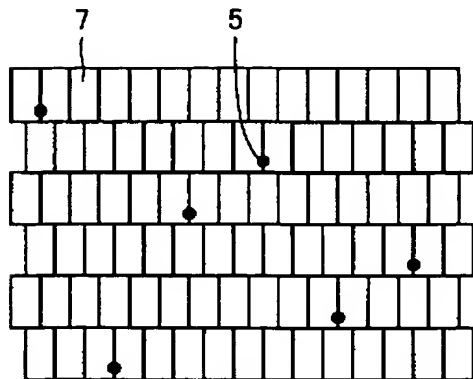
[図1B]



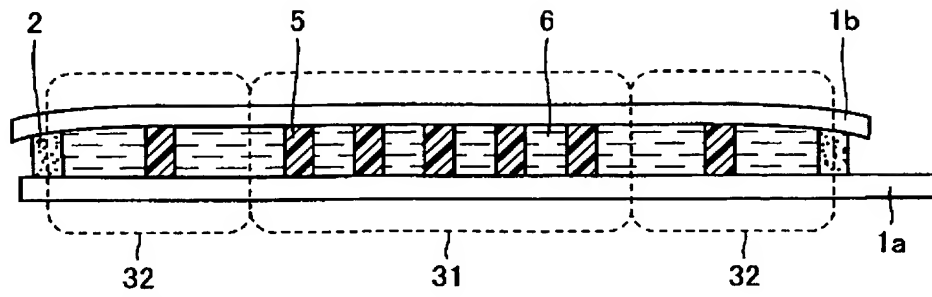
[図2A]



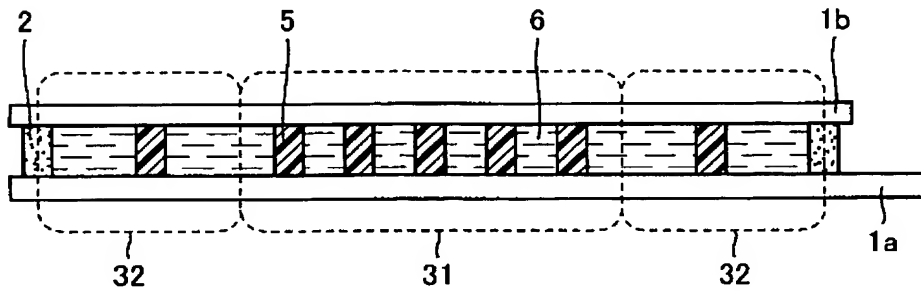
[図2B]



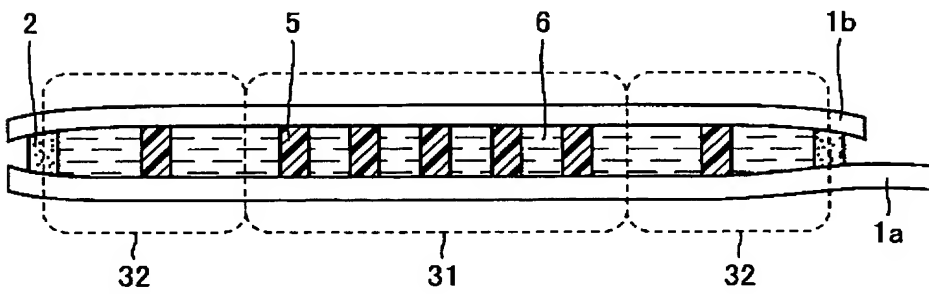
[図3A]



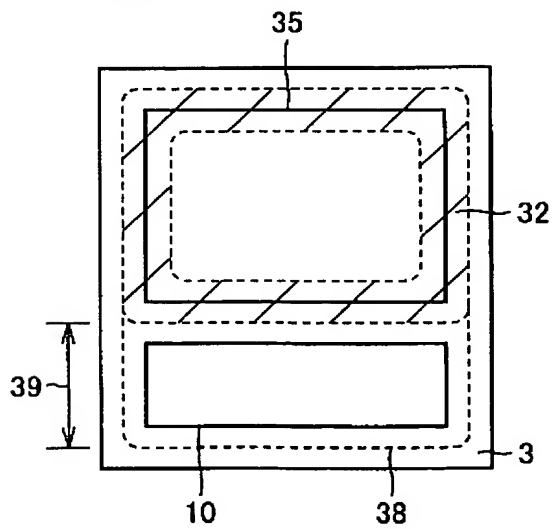
[図3B]



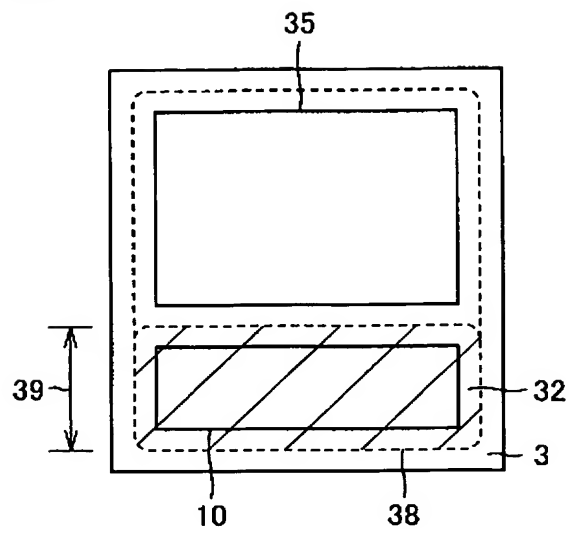
[図3C]



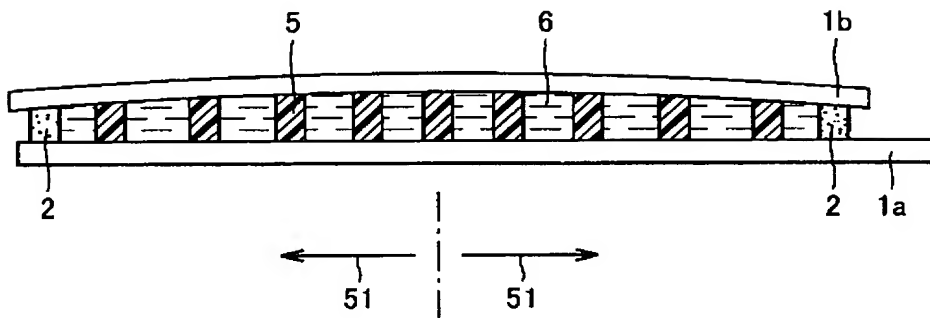
[図4A]



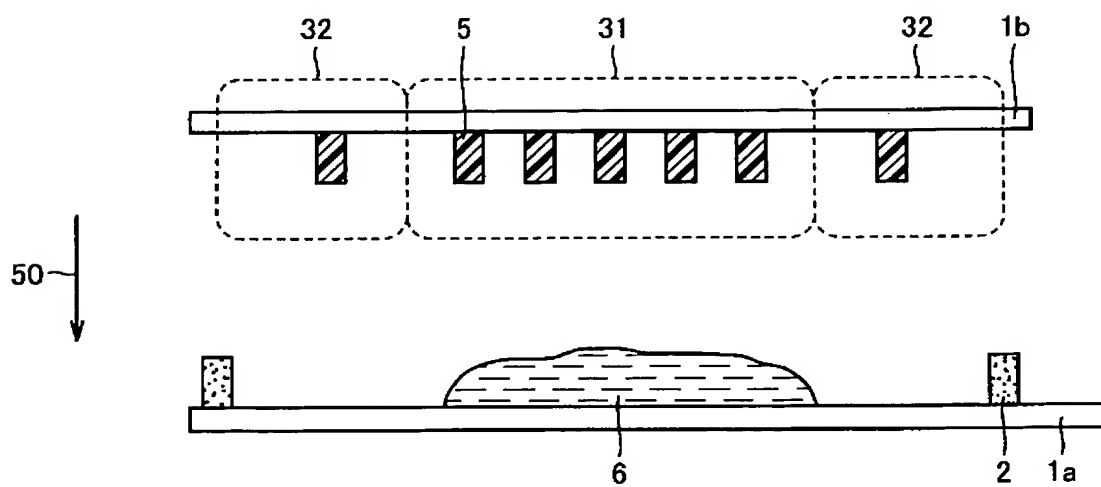
[図4B]



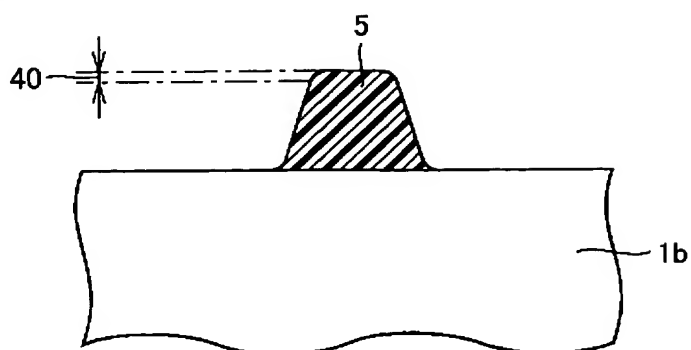
[図5]



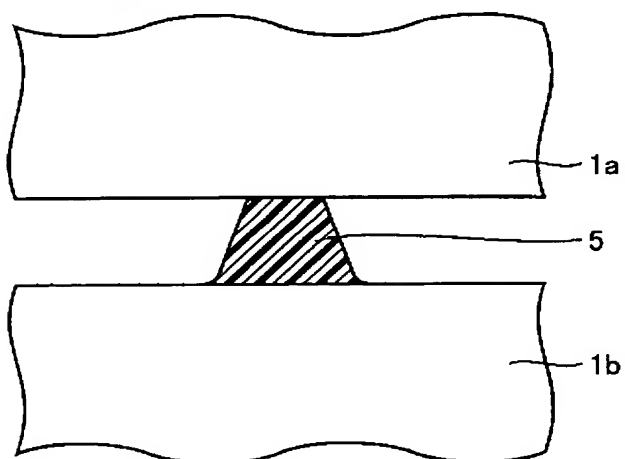
[図6]



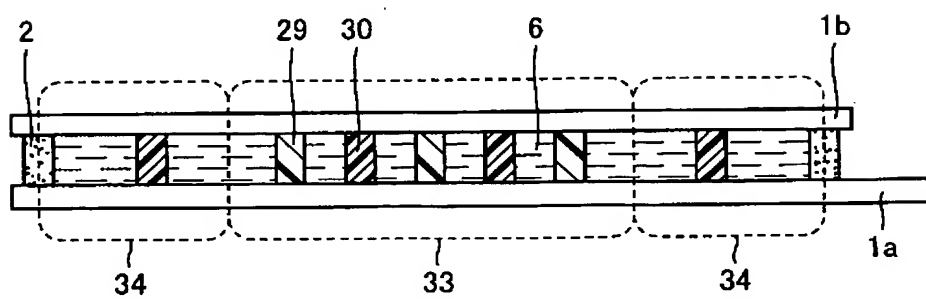
[図7A]



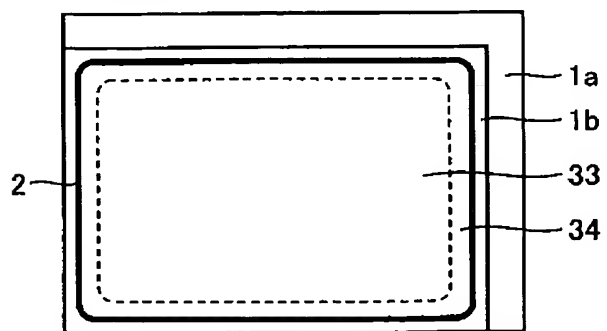
[図7B]



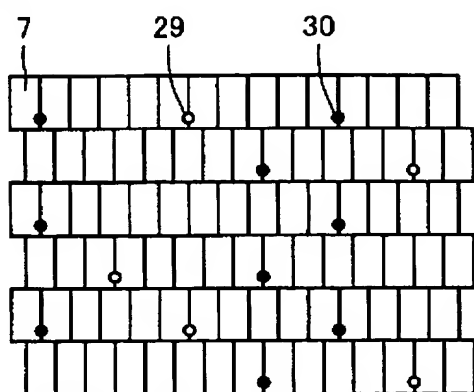
[図8A]



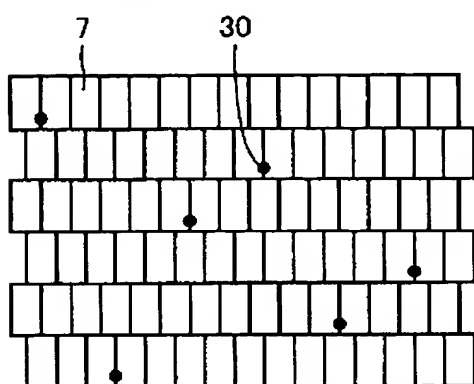
[図8B]



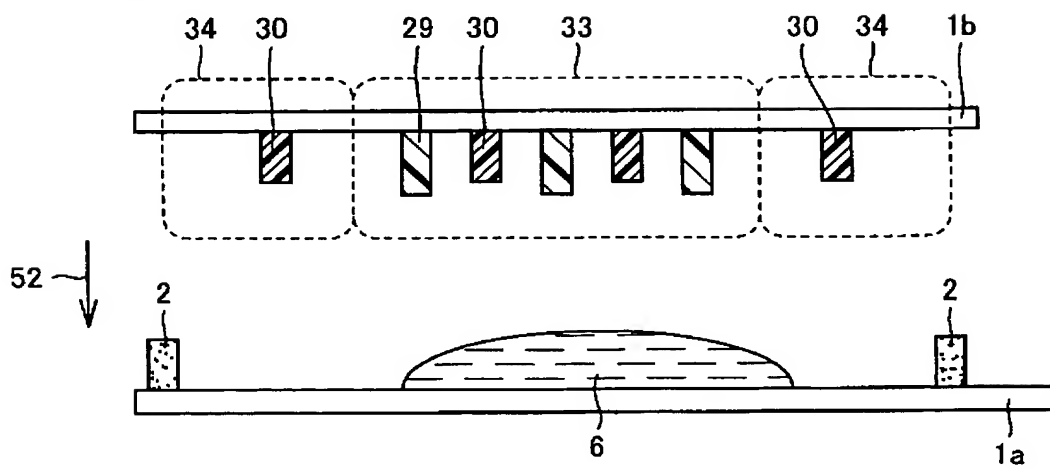
[図9A]



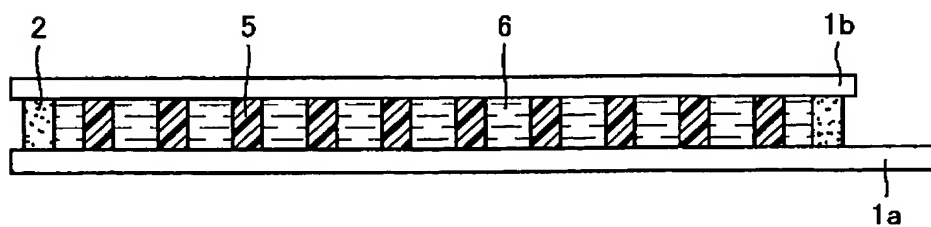
[図9B]



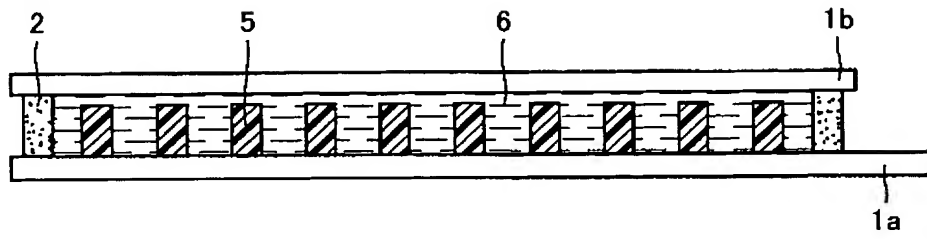
[図10]



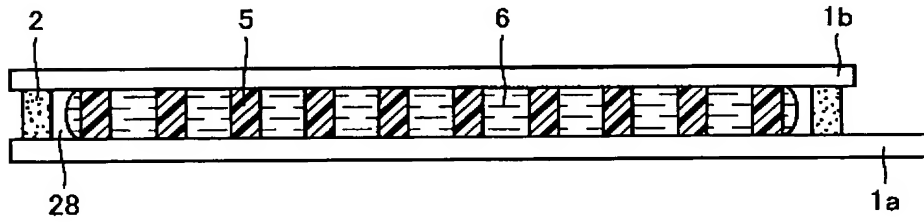
[図11]



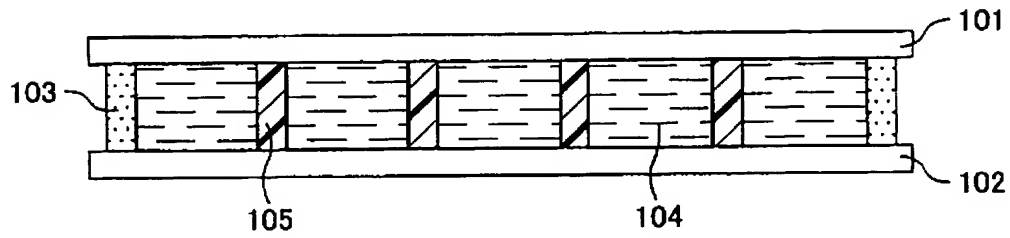
[図12A]



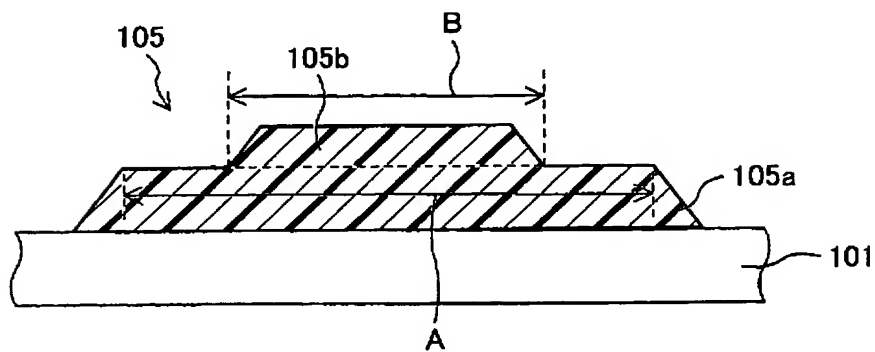
[図12B]



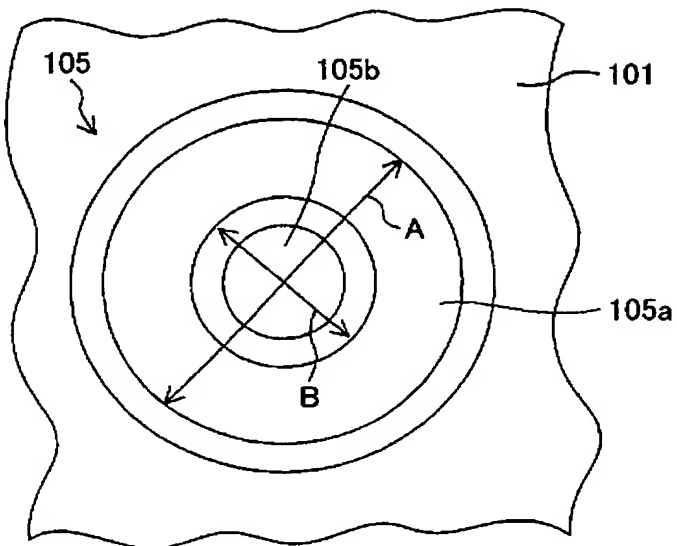
[図13]



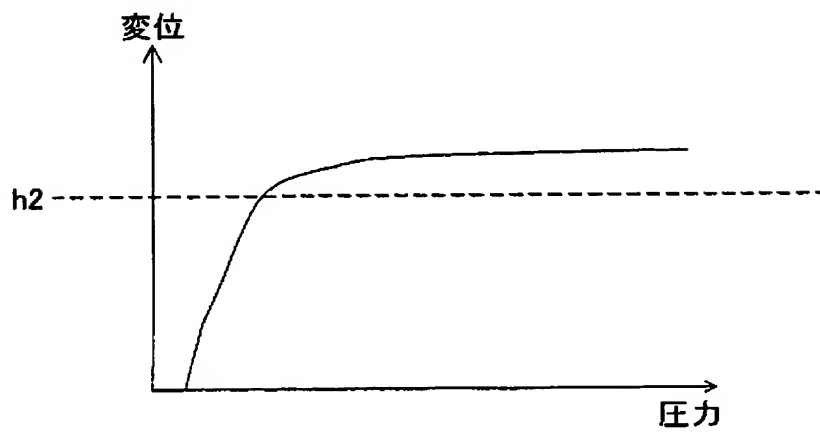
[図14]



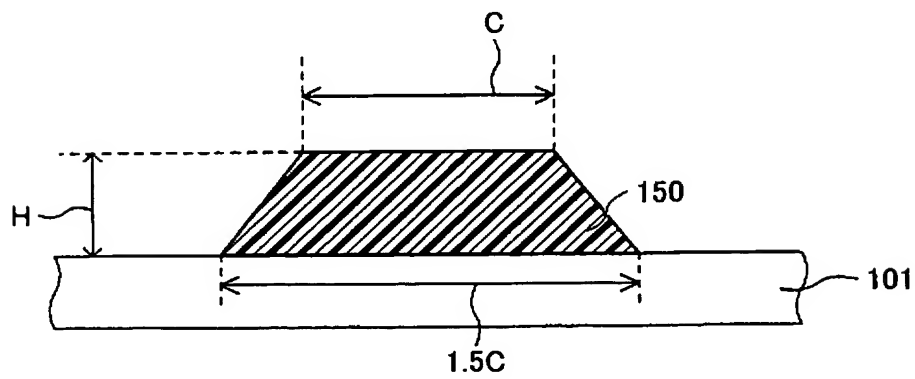
[図15]



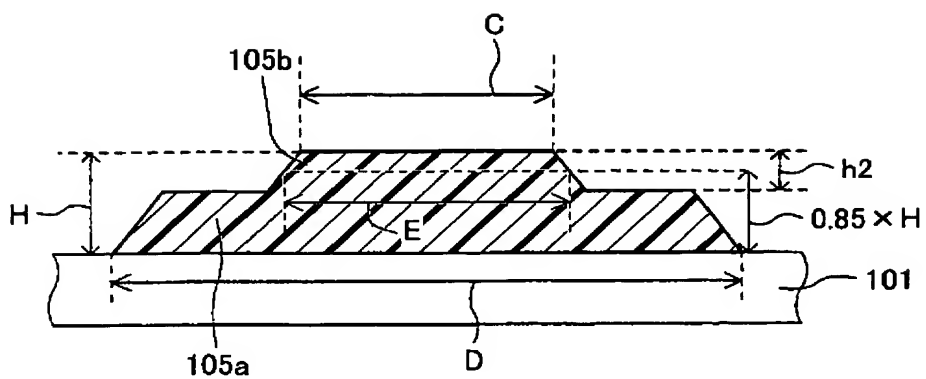
[図16]



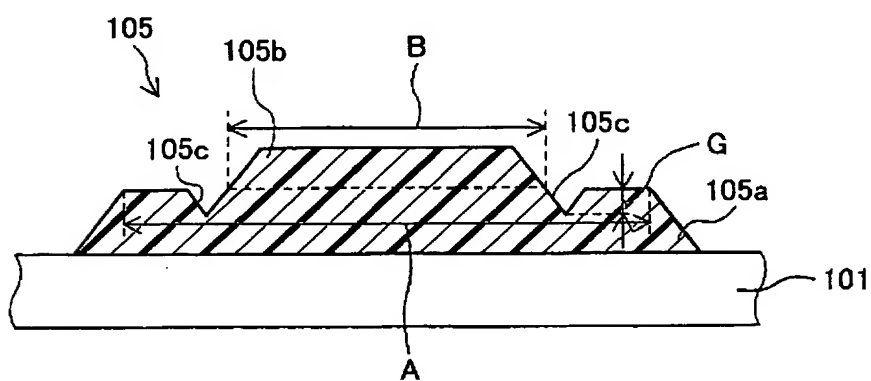
[図17]



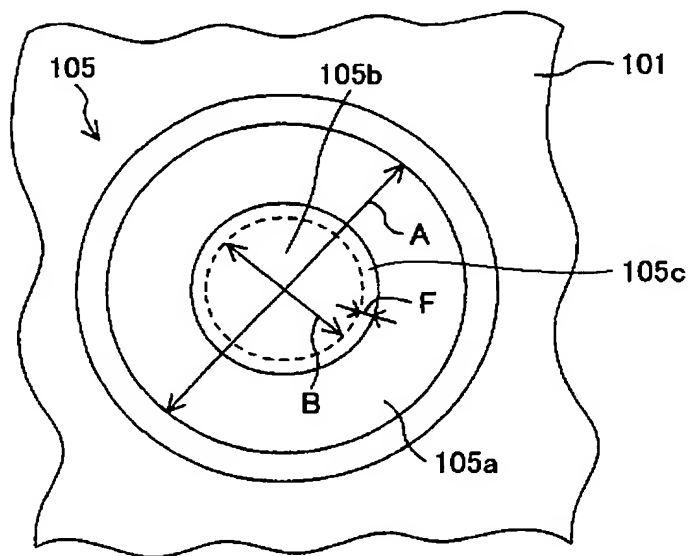
[[图18]]



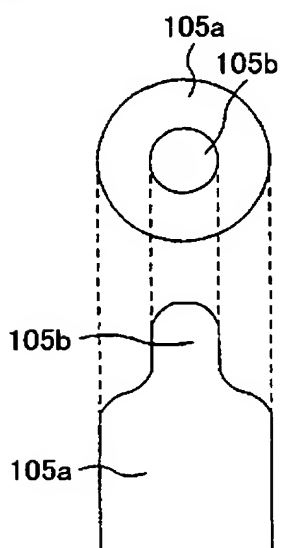
[[图19]]



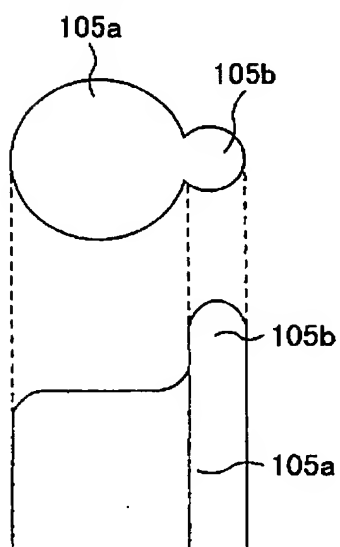
[[图20]]



[図21A]



[図21B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/014927

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G02F1/1339

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G02F1/1339

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-33779 A (Canon Inc.), 09 February, 2001 (09.02.01), (Family: none)	1-3, 5-10
Y A	JP 2003-131238 A (NEC Kagoshima, Ltd.), 08 May, 2003 (08.05.03), (Family: none)	1-3, 5-10 4, 11
X A	JP 2000-89026 A (Toray Industries, Inc.), 31 March, 2000 (31.03.00), (Family: none)	12, 14-17 13

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
11 January, 2005 (11.01.05)

Date of mailing of the international search report
01 February, 2005 (01.02.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G02F1/1339

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G02F1/1339

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2005年

日本国登録実用新案公報 1994-2005年

日本国実用新案登録公報 1996-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2001-33779 A (キヤノン株式会社) 2001.02.09 (ファミリーなし)	1-3, 5-10
Y	JP 2003-131238 A (鹿児島日本電気株式会社) 2003.05.08 (ファミリーなし)	1-3, 5-10
A		4, 11
X	JP 2000-89026 A (東レ株式会社) 2000.03.31 (ファミリーなし)	12, 14-17
A		13

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11.01.2005

国際調査報告の発送日

01.2.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

藤岡 善行

2X

9225

電話番号 03-3581-1101 内線 3255